

***RESPUESTA DE LA FAUNA TERRESTRE  
AL APROVECHAMIENTO FORESTAL Y LOS  
INCENDIOS EN UN BOSQUE HUMEDO TROPICAL  
EN BOLIVIA***

Documento Técnico 89/2000

**Nell J. Fredericksen  
Todd S. Fredericksen**

Autores

Contrato USAID: 511-0621-C-00-3027-00  
Chemonics International  
USAID/Bolivia  
Marzo, 2000

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

***Respuesta de la Fauna Terrestre  
al Aprovechamiento Forestal y los  
Incendios en un Bosque Humedo  
Tropical en Bolivia***

***Proyecto de Manejo  
Forestal Sostenible  
BOLFOR***

Cuarto Anillo  
esquina Av. 2 de Agosto  
Casilla 6204  
Teléfonos: 480766 - 480767  
Fax: 480854  
e-mail: [bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo](mailto:bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo)  
Santa Cruz, Bolivia

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por  
Chemonics International, con la asistencia técnica de Tropical Research and  
Development y Wildlife Conservation Society*

---

## TABLA DE CONTENIDO

---

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	
SECCION I      INTRODUCCION	I-1
SECCION II     METODOLOGIA	II-1
A.     Lugar de estudio	II-1
B.     Diseño experimental	II-1
C.     Recolección de datos	II-2
C1.     Captura de pequeños mamíferos	II-2
C2.     Herpetofauna	II-2
C3.     Invertebrados terrestres	II-2
C4.     Cobertura vegetal y residuos leñosos grandes	II-3
C5.     Análisis estadístico	II-3
SECCION III    RESUTADOS	III-1
A.     Captura de pequeños mamíferos	III-1
B.     Herpetofauna	III-1
C.     Invertebrados terrestres	III-4
D.     Características del hábitat	III-4
SECCION IV    DISCUSION	IV-1
SECCION V     CONCLUSIONES	V-1
SECCION VI    REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	VI-1
ANEXO 1       Respuesta de los pequeños mamíferos terrestres a las quemas controladas y el desbroce mecánico en la propiedad Amazonic	An-1

---

## RESUMEN EJECUTIVO

---

El aprovechamiento forestal y los incendios son importantes agentes de alteración antropogénica en los bosques tropicales. En el presente estudio, se comparó la abundancia y riqueza de especies de taxones selectos de fauna terrestre, incluyendo pequeños mamíferos, herpetofauna e invertebrados, en áreas quemadas por incendios y posteriormente aprovechadas, y áreas adyacentes, no alteradas, de bosque húmedo tropical en Bolivia. Las áreas alteradas presentaron un 24% menos de cobertura que las áreas no alteradas, pero tuvieron 2.6 veces más cobertura de desechos leñosos. La cobertura del dosel del bosque no difirió entre las zonas alteradas y no alteradas. La abundancia y riqueza de especies de pequeños mamíferos en áreas no alteradas fue 43% y 70% mayor, respectivamente, que en áreas alteradas. La abundancia de herpetofauna no varió significativamente entre áreas alteradas y no alteradas, pero se observaron tendencias hacia una mayor abundancia, tanto de reptiles como de anfibios, en áreas alteradas. La riqueza de especies de herpetofauna fue significativamente mayor en áreas alteradas, con respecto a las no alteradas. La abundancia total de invertebrados terrestres fue significativamente mayor en áreas no alteradas, en su mayoría debido a la mayor presencia de las familias Formicidae y Blattidae. No obstante, dos grupos de invertebrados, Orthoptera y Lepidoptera (larvas) mostraron mayores abundancias en áreas alteradas. Las estrategias de conservación de la fauna para zonas donde se producen incendios o aprovechamiento forestal deberán tomar en cuenta las respuestas específicas de los gremios o las especies a dichos agentes de alteración.

---

## SECCION I

### INTRODUCCION

---

Bolivia cuenta con grandes extensiones de bosque tropical relativamente inalterado. Sin embargo, dichos bosques actualmente se encuentran sujetos a una variedad de disturbios de origen antrópico. Los más importantes de éstos son, probablemente, el aprovechamiento selectivo y los incendios forestales. Adicionalmente a otros impactos, estas alteraciones tendrían efectos considerables en la diversidad, composición y abundancia de fauna.

El impacto de la extracción forestal y los incendios puede variar en intensidad, pero ambos tipos de alteración causan mortandad de árboles, la cual produce, a su vez, la pérdida de cobertura del dosel. Esta última causa un aumento en la disponibilidad de luz y la temperatura en el sotobosque y un incremento de materia muerta y caída en el piso del bosque, lo que resulta en modificaciones del hábitat para la fauna, con respecto a las condiciones previas a los disturbios (Johns 1997). Los claros creados en el dosel, por el aprovechamiento selectivo, son comparables, de cierto modo, con las alteraciones causadas por la caída natural de árboles. No obstante, los claros de corta son típicamente de mayor tamaño que los naturales (Gullison *et al.* 1996, Mostacedo *et al.* 1998, Dickinson *et al.* en prensa). Varios estudios han demostrado que el aprovechamiento selectivo puede eliminar casi un 50% de la cobertura del dosel del bosque (Johns 1988, Uhl y Viera 1989). Asimismo, el aprovechamiento y los incendios, especialmente si son de alta intensidad y ocurren simultáneamente, pueden eliminar grandes superficies del dosel del bosque, relegando las áreas con dosel a fragmentos ubicados dentro de la zona alterada (Holdsworth y Uhl 1997).

Los resultados de la investigación sobre los impactos del aprovechamiento y los incendios en la fauna aumentan día a día (ver las revisiones efectuadas por Whelan 1995 y Johns 1997), pero la mayoría de dichos estudios está enfocada en aves y grandes mamíferos. Existe menor conocimiento sobre la respuesta de los pequeños mamíferos, la herpetofauna y los invertebrados a estos disturbios. Varios estudios han demostrado que las poblaciones de pequeños mamíferos se incrementan en los claros de corta, quizás por el uso de la vegetación enmarañada para eludir a sus depredadores (Rood y Test 1968, Emmons 1982, Schupp 1988). Sin embargo, en un bosque seco de Bolivia, Fredericksen *et al.* (1999) no hallaron diferencias significativas entre las poblaciones de pequeños mamíferos en claros de corta y áreas no alteradas, independientemente del tamaño de los claros.

Comparado con pequeños mamíferos, se sabe aún menos sobre los impactos del aprovechamiento forestal en las poblaciones de herpetofauna e invertebrados. Las lagartijas heliotérmicas grandes utilizan los claros de corta como áreas de asoleamiento debido a la mayor incidencia de luz solar (Vitt *et al.* 1988). Otros reptiles y anfibios del piso del bosque requieren mayores niveles de humedad y menor asoleamiento, con respecto a los que se producen en los claros de corta sin cobertura del dosel (Fredericksen *et al.* 1999). Schemske y Brokaw (1981) sugieren que la densa vegetación de los claros de corta debería atraer una rica fauna de artrópodos, la cual, a su vez, proveería abundancia de alimento para pequeños mamíferos y herpetofauna. No obstante, la abundancia total de invertebrados fue mayor en bosque no alterado, con respecto a claros de corta en un bosque seco de Bolivia, si bien hubieron variaciones en la respuesta de cada taxón (Fredericksen *et al.* 1999).

Puesto que el aprovechamiento forestal y los incendios son disturbios comunes en Bolivia y pueden alterar, marcadamente, el hábitat de la fauna, es importante entender las respuestas de ésta a estas alteraciones. No obstante, se ha efectuado muy poca investigación sobre dichos agentes de alteración, especialmente en bosques húmedos. Si bien en estos bosques se producen incendios naturales con poca frecuencia (Sandford *et al.* 1985), los impactos en la flora y fauna serían mucho mayores que en los bosques secos, ya que la vegetación de los primeros no está adaptada al fuego (Uhl y Kauffman 1990, Mostacedo *et al.* 1999).

En el presente estudio se plantea la hipótesis de que la fauna terrestre utiliza las áreas alteradas con distinta frecuencia que las zonas adyacentes de bosque no alterado. Dicha hipótesis se comprobó mediante el muestreo de pequeños mamíferos, herpetofauna e invertebrados del piso del bosque en zonas alteradas por incendios y aprovechamiento forestal, y la correspondiente comparación con la fauna presente en áreas adyacentes de bosque no alterado, en un bosque tropical húmedo de Bolivia. Se examinó, también, el efecto de la variación estacional (fines de la época de lluvias, época seca y principios de la época de lluvias) en el uso, por la fauna, de áreas alteradas y no alteradas, con el fin de determinar si existe alguna interacción entre el tipo de disturbio y la estación.

---

## SECCION II

### METODOLOGIA

---

#### A. Lugar de estudio

La Chonta es una concesión maderera, de 100.000 ha de superficie, ubicada en la Reserva Forestal de Guarayos, en el oriente boliviano (15E45'S, 62E60'O). La región ha sido caracterizada como bosque húmedo semideciduo, con una estación seca de cinco meses de duración (septiembre a mayo). La temperatura media anual es de 24.5EC y la precipitación media anual es de 1.500 mm. En el pasado, en la zona se realizaba una extracción, altamente selectiva, con bajos volúmenes ( $< 1\text{m}^3/\text{ha}$ ), de mara (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela fissilis*). Actualmente, sin embargo, se aprovechan 18 especies, utilizando técnicas planificadas, recientemente certificadas por *SmartWood*, entidad certificadora independiente avalada por el Forest Stewardship Council. Las tasas anuales de extracción en la concesión cubren 2.373 hectáreas por año ( $21.7\text{m}^3/\text{ha}$ ). El área de estudio corresponde con el bloque de aprovechamiento, de 800 ha, denominado 98-III. En 1995, un incendio forestal destruyó alrededor del 50% de los árboles con dap mayor a 20 cm (La Chonta Ltda., datos de inventario no publicados). Entre mayo y agosto de 1998, se aprovechó un 83% de los árboles, pertenecientes a nueve especies comerciales, que sobrevivieron al fuego, basando la corta en límites diamétricos y utilizando Askidders® con ruedas de goma. Se extrajo un volumen total de  $7.5\text{m}^3/\text{ha}$  y un 70% de éste comprendió las especies *Cariniana ianeirensis*, *Hura crepitans*, *Ficus glabrata* y *Terminalia oblonga*.

#### B. Diseño experimental

En marzo de 1999, se seleccionaron para el estudio ocho claros de corta y ocho Amanchas® de bosque adyacente, no alterado. En lo sucesivo, cada una de estas áreas (tratamientos) será denominada Aalterada® (aprovechada y quemada) o Añ alterada® (manchas de bosque no aprovechado ni quemado). Los tratamientos se dispusieron en pares, para minimizar la variación debida a la topografía y otros factores. Las parcelas que conformaban cada par se separaron con una distancia mínima de 100 m. Los bordes de los claros se establecieron mediante el tamaño de la apertura en el dosel, que fue creada por la corta de uno o más árboles, y que, en muchos casos, aumentó por la presencia de áreas adyacentes en las que el dosel fue destruido por el fuego. Debido a su gran tamaño, varios claros estaban fusionados con otros contiguos, lo que imposibilitó encontrar claros aislados rodeados por bosque no alterado. Por lo tanto, las áreas de muestreo se ubicaron donde el dosel fue eliminado por la corta y/o el fuego, o en fragmentos dentro de dichas áreas que aún contenían dosel o sotobosque. El tamaño de los fragmentos fluctuó entre 500 y  $1.500\text{m}^2$ . El muestreo se efectuó en los meses de abril (fines de la época de lluvias), julio (época seca) y octubre (principios de la época de lluvias).

## **C. Recolección de datos**

### **C1. Captura de pequeños mamíferos**

En cada combinación de par y tratamiento, se colocaron ocho trampas Sherman® (para la captura de animales vivos) en cuatro puntos, dos trampas por punto. Los pares de trampas se dispusieron aproximadamente a 5 m del centro de cada parcela de tratamiento. Asimismo, se colocó una trampa-jaula Tomahawk® en el centro de cada tratamiento. Las trampas se cebaron al atardecer con mezclas de atún/avena o mantequilla de maní/avena. En cada punto, una de las trampas se cebó con uno de los dos tipos de cebo, y la trampa grande con ambos tipos. Se llevaron a cabo tres períodos de captura, cada uno de al menos seis días, en los meses de abril, julio y octubre de 1999. El trabajo global de captura consistió en 1296 noches-trampa por tratamiento. Los animales atrapados fueron identificados en cuanto a su especie, clase de edad, sexo y estado reproductivo, además de marcarse con plaquetas para las orejas. También se registró el peso, además del largo del cuerpo, la cola, la oreja y la pata trasera de cada animal, con el fin de ayudar en la identificación de las especies.

### **C2. Herpetofauna**

Se seleccionó un área de 10 x 10 m, localizada en el centro de cada sitio, para el muestreo de invertebrados y herpetofauna. Este se llevó a cabo mediante trampas-pozo dispuestas en forma de Ax® en el centro del área de muestreo. Se instalaron cinco baldes de 4 litros, al nivel del suelo, en el centro y los extremos de la Ax®. Además, se instalaron rejillas plásticas entre los baldes, formando los brazos de la Ax®. Cada balde contaba con una tapa metálica elevada a 5 - 10 cm sobre la boca, con el fin de proteger a los animales de la luz directa del sol o las lluvias intensas. Mientras no se utilizaban, las trampas se cerraron, colocando las tapas directamente sobre la boca de los baldes, evitando así la entrada de animales. Los sitios se muestrearon en abril, julio y octubre de 1998, con un mínimo de cinco noches por período de muestreo. El trabajo de muestreo consistió en 680 horas-trampa por tratamiento. Las trampas se abrieron y revisaron diariamente durante el período de muestreo. La herpetofauna capturada se identificó, en lo posible, en cuanto a especie, clase de edad y sexo.

### **C3. Invertebrados terrestres**

En las mismas trampas utilizadas para la herpetofauna, se contaron todos los invertebrados capturados, además de realizarse conteos individuales de los principales taxones incluyendo Arachnida (separado en escorpiones y arañas), Formicidae, Coleoptera, Lepidoptera (larvas), Diplopoda, Orthoptera y Blattidae.

#### **C4. Cobertura vegetal y residuos leñosos grandes**

Se efectuaron estimaciones de la cobertura vegetal en ocho ubicaciones, dentro de cada claro o área no alterada en octubre de 1999. La cobertura del sotobosque se estimó, visualmente, con una aproximación del 5%, mediante cuadrantes de 1 m, incluyendo toda la vegetación mayor a 2 m de altura. La cobertura del dosel (>10 m) se estimó mediante un densiómetro. El porcentaje de cobertura del suelo por residuos leñosos grandes (>2 cm de diámetro) se estimó, ocularmente, con una aproximación del 5%, en las mismas cuatro parcelas utilizadas para la estimación de cobertura vegetal.

#### **C5. Análisis estadístico**

Los datos de todas las noches-trampa se sumaron para cada estación y tratamiento, con el fin de determinar la riqueza y abundancia de especies. Se empleó un análisis de varianza (ANOVA), utilizando efectos de tratamiento y estación, para comprobar si existían diferencias en la abundancia total e individual de la captura global de mamíferos (capturas nuevas y recapturas), herpetofauna e invertebrados. También se usó ANOVA para comprobar si existían diferencias en la riqueza de especies de cada grupo. Se usó una prueba pareada de  $t$ , con el fin de determinar si existía diferencias entre los dos tratamientos. Asimismo, se utilizó una prueba pareada de  $t$  para establecer la significancia estadística de dichas pruebas.

---

## SECCION III RESULTADOS

---

### A. Captura de pequeños mamíferos

Durante el período de estudio, se capturó un total de 210 individuos, pertenecientes a diez especies de pequeños mamíferos. Cuatro especies (*Oryzomys megacephalus*, *Oligoryzomys* sp., *Oecomys bicolor* y *Akodon* sp.) fueron capturadas tanto en áreas alteradas como no alteradas (Cuadro 1). Otras cinco especies (*Marmosa murina*, *Metachirus nudicaudatus*, *Monodelphis domestica*, *Oxumycterus* sp. y *Proechimys longicaudata*) sólo se capturaron en bosque no alterado. Las dos especies más comunes fueron *Oryzomys megacephalus* y *Akodon* sp., habiéndose capturado cada una en ambos tratamientos.

En general, se capturaron significativamente más individuos en áreas alteradas que en no alteradas ( $P = 0.01$ ) (Cuadro 1). Asimismo, la riqueza de especies de pequeños mamíferos fue mayor en las áreas alteradas ( $P = 0.03$ ). Para las dos especies más comunes, *O. megacephalus* y *Akodon* sp., no hubieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P = 0.08$  y  $P = 0.29$  respectivamente); sin embargo, se observó para ambas una tendencia hacia mayores números en las áreas alteradas. Al añadir las recapturas al análisis, los resultados fueron similares. Hubo un efecto estacional significativo ( $P = 0.0001$ ), con una mayor captura de animales a fines de la época de lluvias, una disminución de ésta en la época seca y una baja total a principios de la época lluviosa (Cuadro 2).

### B. Herpetofauna

Durante el período de estudio, se capturó un total de 49 individuos de cinco especies de reptiles y 6 individuos de cuatro especies de anfibios. Tres especies de reptiles y sólo una de anfibios fueron capturadas tanto en áreas alteradas como no alteradas (Cuadro 3). Otras dos especies de reptiles y dos de anfibios se capturaron sólo en áreas alteradas. Una especie adicional de anfibios fue capturada sólo en áreas no alteradas. La especie más común de reptiles fue *Ophryoesoides caducus*, habiéndose capturado en todos los tratamientos.

No se observó una diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a capturas totales de herpetofauna ( $P = 0.11$ ). No obstante, se detectó una tendencia hacia el doble de capturas en áreas alteradas, en comparación con áreas no alteradas (Cuadro 3). Tampoco se observaron diferencias entre tratamientos para reptiles y anfibios, cuando éstos se analizaron por separado ( $P = 0.14$  y  $P = 0.59$  respectivamente), pero hubieron, también, tendencias similares de mayor captura en áreas alteradas. En cuanto a especies individuales, *Ameiva ameiva* fue la única capturada en mayor número en áreas alteradas que en no alteradas ( $P = 0.02$ , Cuadro 3). La riqueza de especies de reptiles y anfibios fue mayor en áreas alteradas ( $P = 0.02$ , Cuadro 3). Se detectó un marcado efecto estacional ( $P = 0.05$ ), con una mayor captura de animales a fines de la época de lluvias, una disminución de ésta en la época seca y una baja total a principios de la época lluviosa (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Capturas de pequeños mamíferos (número medio de individuos capturados por noche) en áreas alteradas, por extracción forestal e incendios, y áreas adyacentes, no alteradas, en un bosque húmedo tropical del oriente de Bolivia. La riqueza de especies representa el número medio de especies capturadas para cada tratamiento.

<b>Especie</b>	<b>Alterada</b>	<b>No alterada</b>	<b>Valor de P</b>
Nuevas capturas - todas las especies	15,5	10,8	0,01
Todas las capturas y recapturas	13,5	8,2	0,0001
Riqueza de especies	4	3	0,03
<i>Oryzomys megacephalus</i>	10	7,8	0,08
<i>Akodon</i> sp.	2,8	1,9	0,29
<i>Oligoryzomys</i> sp.	1,4	0,4	0,24
<i>Oecomys bicolor</i>	0,6	0,4	0,56
<i>Didelphis marsupialis</i>	0	0,4	0,08
<i>Monodelphis domestica</i>	0,3	0	0,17
<i>Marmosa murina</i>	0,3	0	0,17
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	0,1	0	0,35
<i>Oxymycterus</i> sp.	0,1	0	0,35
<i>Proechimys longicaudata</i>	0,1	0	0,35

**Cuadro 2.** Variación estacional (número medio de individuos capturados por estación) entre fines de la época de lluvias (abril), mediados de la época seca (julio) y principios de la época de lluvias (octubre) para todos los grupos monitoreados de fauna.

Grupo de fauna	abril	julio	octubre	Valor de P
Pequeños mamíferos	17.63a	10.63b	4.31c	0
Herpetofauna: Total	0.08b	0.18ab	0.34a	0,05
Reptiles	0.16ab	0.04b	0.33a	0,03
Anfibios	0.04a	0.01a	0.01a	0,49
<i>Invertebrados</i>	<i>7.35b</i>	<i>9.35a</i>	<i>5.57b</i>	<i>0,002</i>

**Cuadro 3.** Capturas de herpetofauna (número medio de individuos capturados por noche) en áreas alteradas, por extracción forestal e incendios, y áreas adyacentes, no alteradas, en un bosque húmedo tropical del oriente de Bolivia. La riqueza de especies representa el número medio de especies capturadas para cada tratamiento.

Especie	Alterada	No alterada	Valor de P
Total de capturas	0.27	0.13	0.11
Riqueza de especies	2.4	1.4	0.02
<b>Reptiles:</b>			
Total de capturas	0.24	0.12	0.14
<i>Ameiva ameiva</i>	0.12	0.01	0.02
<i>Ophryoessiodes caducus</i>	0.1	0.07	0.57
<i>Prionodactylus eigenmanni</i>	0.01	0.03	0.08
<i>Mabuya frenata</i>	0.01	0	0.33
<i>Mastigodryas boddaerti</i>	0.01	0	0.33
<b>Anfibios:</b>			
Total de capturas	40.03	0.02	0.6
<i>Epipedobates pictus</i>	0.01	0.02	0.93
<i>Chiasmocleis albopunctata</i>	0	0.01	0.33
<i>Bufo typhonia</i>	0.1	0	0.33
Leptodactylidae sp.	0.01	0	0.33

### C. Invertebrados terrestres

Se capturó un total de 2006 invertebrados terrestres durante el período de estudio. Los grupos más comunes en las capturas fueron Formicidae, Coleoptera y Arachnida. Se capturaron más invertebrados, en total, en áreas no alteradas que en áreas alteradas ( $P = 0.004$ ) (Cuadro 4). Las familias Formicidae y Blattidae fueron más abundantes en áreas no alteradas que en áreas alteradas ( $P = 0.0006$  y  $P = 0.003$  respectivamente). En contraste, las larvas de las familias Orthoptera y Lepidoptera fueron más abundantes en áreas alteradas ( $P = 0.003$  y  $P = 0.03$  respectivamente). Se observó un marcado efecto estacional ( $P = 0.002$ ), con mayores capturas de invertebrados a mediados de la época seca (julio), en comparación con fines y mediados de la época de lluvias (Cuadro 2).

**Cuadro 4.** Capturas de invertebrados (número medio de individuos capturados por noche) en áreas alteradas, por extracción forestal e incendios, y áreas adyacentes, no alteradas, en un bosque húmedo tropical del oriente de Bolivia.

Especie	Alterada	No alterada	Valor de P
Total de capturas	6,34	8,64	0,004
Formicidae: hormigas	3,09	5,02	0,0006
Coleoptera: escarabajos	1,25	1,61	0,08
Orthoptera: saltamontes	0,4	0,21	0,003
Blattidae: cucarachas	0,12	0,37	0,003
Arachnida:			
escorpiones	0,07	0,09	0,57
arañas	0,88	0,84	0,70
Curculionidae: gorgojos	0,11	0,07	0,67
Lepidoptera: larvas	0,15	0,04	0,03
Diploda: milpiés	0,12	0,15	0,65
Otros	0,13	0,23	0,51

### D. Características del hábitat

La cobertura del dosel en áreas alteradas correspondió al 24% de la de áreas no alteradas ( $P = 0.0001$ ) (Fig. 1). La cobertura del sotobosque no difirió entre los tratamientos ( $P = 0.053$ ). La cantidad de residuos leñosos grandes fue 2.6 veces mayor en áreas alteradas ( $P = 0.01$ ).

---

## SECCION IV

### DISCUSION

---

A pesar de estar enfocado en la extracción de una porción reducida del total de árboles que forman los rodales, el aprovechamiento selectivo puede causar grandes alteraciones en el bosque. En el trópico, la extracción selectiva, con bajos volúmenes, puede significar la eliminación de hasta un 50% de la cobertura del dosel del bosque (Johns 1988, Uhl y Vieira 1989). Dicha reducción puede aumentar, considerablemente, cuando la extracción coincide con incendios forestales, dejando sólo pequeños fragmentos de dosel en el bosque (Holdsworth y Uhl 1997). Este nivel de alteración afecta a la fauna mediante la modificación de las características del hábitat y a través de otras actividades, relacionadas con la extracción forestal, tales como la cacería (Frumhoff 1995). En 1995, un incendio forestal eliminó 50% de los árboles con dap > 20 cm en las áreas boscosas de La Chonta. Tres años después, el aprovechamiento forestal eliminó una porción adicional del dosel. Durante el año 1999, las zonas quemadas y aprovechadas mostraban 76% menos cobertura del dosel que las manchas de bosque no alterado, pero sólo 2.6 veces más desechos leñosos grandes.

La respuesta de la fauna al aprovechamiento y los incendios varió entre los taxones. La abundancia y riqueza de especies de pequeños mamíferos y herpetofauna tendieron a incrementarse en las áreas alteradas, con respecto a las áreas no alteradas, mientras que la abundancia de invertebrados tendió a disminuir. No obstante, la respuesta de las especies o familias varió individualmente. Esta respuesta variada entre las distintas especies coincide con muchos estudios de este tipo, efectuados en el trópico (ver revisiones por Frumhoff 1995; Johns 1997; Fimbel *et al.* en prensa). Los cambios en la abundancia de fauna, posteriores a la extracción maderera, dependen de las preferencias individuales de las especies por la estructura de la vegetación, la disponibilidad de alimentos y el microclima que resultan del aprovechamiento forestal (Johns 1997, Lawton *et al.* 1998). Puesto que las preferencias de hábitat varían entre las especies que conforman la fauna, no es de sorprenderse que la respuesta al aprovechamiento también varíe. Si bien el presente estudio no analizó los mecanismos específicos de la respuesta de las especies a la extracción forestal, es posible especular sobre correlaciones entre la abundancia y riqueza de grupos de fauna y los cambios producidos por el aprovechamiento en las características del hábitat.

Los pequeños mamíferos mostraron la mayor respuesta a las alteraciones, mostrando, la mayoría de los grupos, densidades más altas en áreas alteradas, con relación al bosque no alterado. *Didelphis marsupialis* constituyó la excepción en la tendencia hacia mayores capturas en áreas alteradas, habiéndose capturado sólo en zonas no alteradas. La mayor abundancia y riqueza de especies del resto de los pequeños mamíferos en áreas alteradas de La Chonta se puede explicar por el gran aumento de residuos leñosos en el

piso del bosque, los cuales brindarían cobertura de depredadores y sitios de anidación. Varios estudios han demostrado incrementos similares en claros de corta, con respecto a áreas no alteradas, y citan una mayor cobertura de desechos leñosos y/o cobertura vegetal del suelo como posibles mecanismos para dicho aumento (Rood y Test 1968, Emmons 1982, Schupp 1988, Musanga 1989 en Johns 1997). La disponibilidad de alimento para pequeños mamíferos también puede aumentar en áreas alteradas. En un bosque en Bolivia, se han documentado cambios en la composición de la comunidad vegetal del sotobosque (Mostacedo *et al.* 1998), mostrando aumentos significativos en plantas herbáceas y gramíneas, cuyas semillas son consumidas por los pequeños mamíferos. En La Chonta, se notaron grandes aumentos de varias plantas productoras de semillas tales como heliconias, palmeras y pastos.

La abundancia de reptiles y anfibios no fue significativamente distinta entre áreas alteradas y no alteradas, pero hubo una tendencia hacia el doble de captura de reptiles en áreas alteradas. Esta tendencia se debe, principalmente, a la mayor abundancia de la especie *Ameiva ameiva* (lagartija heliotérmica de cuerpo grande) en áreas alteradas. Al parecer, el impacto en las especies de la herpetofauna se basa en sus estrategias térmicas; los grupos heliotérmicos se benefician con el mayor asoleamiento causado por las alteraciones, mientras que los grupos con ajuste térmico pueden ser desfavorecidos (Vitt *et al.* 1998, Fredericksen *et al.* 1999). La riqueza de especies tanto de anfibios como de reptiles fue mayor en el área alterada. Esto es inesperado, ya que los anfibios requieren, típicamente, de hábitats con niveles altos de humedad, situación que no se presenta en los claros en el bosque. Sin embargo, debido a sus pieles más secas, dos de los tres anfibios más abundantes en áreas alteradas (*Bufo typhonius* y *Epidobates pictus*) no son tan ecológicamente dependientes de hábitats ribereños como otras especies de anfibios.

En general, las densidades de invertebrados fueron mayores en áreas no alteradas. Se observaron resultados semejantes en invertebrados terrestres en un bosque seco de Bolivia (Fredericksen *et al.* 1999). Otro estudio sobre invertebrados alados (Coro 1999), realizado en el mismo sitio de estudio de bosque seco, no reveló diferencias globales en invertebrados entre claros de corta y bosque no alterado, sino, más bien, varias diferencias en familias o especies individuales. El incremento de invertebrados terrestres en los sitios no alterados de La Chonta se debió, en su mayoría, a la mayor abundancia de Formicidae y Blattidae. En Costa Rica, Roth *et al.* (1994) determinaron que la diversidad de especies de hormigas disminuye con la mayor alteración, considerando varias opciones de manejo de suelos. Levings (1983) observa que la disponibilidad de humedad es una determinante de importancia para la abundancia de hormigas. La disponibilidad de humedad en el suelo debería ser más baja en las áreas alteradas, más cálidas e iluminadas, de La Chonta que en los sitios no alterados, con el consecuente impacto negativo en la abundancia de hormigas. Las poblaciones de invertebrados ofrecen una importante fuente de alimentación para mamíferos y herpetofauna (Schemske y Brokaw 198), pero las densidades totales de invertebrados en áreas no alteradas no se correlacionaron con la

abundancia de pequeños mamíferos, reptiles o anfibios. Por lo tanto, se supone que la calidad de las presas (invertebrados) debe tener tanta importancia como la abundancia general.

---

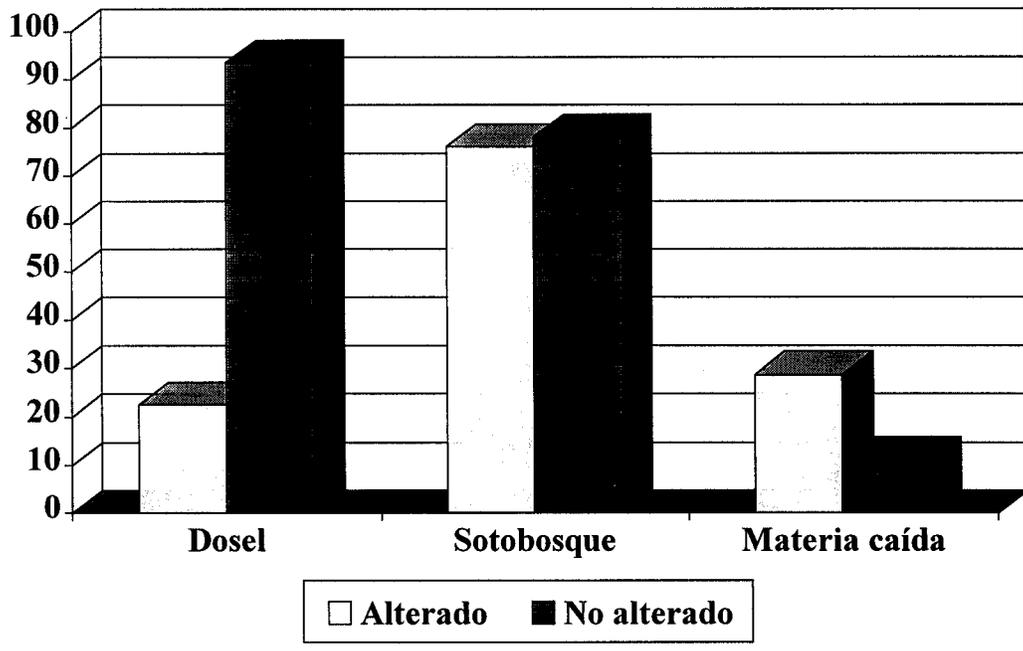
## SECCION V

### CONCLUSIONES

---

La abundancia y riqueza de especies de pequeños mamíferos y herpetofauna tendieron a ser más altas, mientras que la de invertebrados tendió a ser menor en las áreas alteradas por la extracción maderera y los incendios forestales, en comparación con las zonas no alteradas, en el bosque húmedo tropical del presente estudio. No obstante, las respuestas variaron, entre gremios y especies, dentro de dichos grupos. Los sitios alterados del estudio no se pueden comparar, en un sentido estricto, con bosques no alterados, ya que se trata de pequeños fragmentos y no de grandes áreas de bosque continuo. Una extensa bibliografía muestra que los bosques tropicales fragmentados difieren, enormemente, de los continuos con respecto a condiciones ambientales y composición de las comunidades de fauna (ver Laurance y Bierregaard (eds.) 1997). Es importante notar, también, que en el presente estudio no se incluyó fauna de amplio desplazamiento, como grandes mamíferos o aves, la cual responde, típicamente, a los disturbios en mayor escala que los taxones estudiados en este trabajo. No obstante, los resultados del presente estudio sugieren que la pérdida del dosel y otros cambios, causados por la extracción maderera y los incendios forestales, no producen, necesariamente, pérdidas en abundancia o riqueza de especies de la fauna. En efecto, varios taxones pueden aumentar en abundancia y riqueza de especies. Las estrategias de conservación de la fauna en áreas en las que se producen incendios o se efectúa aprovechamiento forestal deberán tomar en cuenta las respuestas específicas de los gremios o las especies a dichos agentes de alteración.

**Figura 1:** Cobertura vegetal del dosel y sotobosque, y material caído en áreas alteradas por extracción forestal e incendios en un bosque húmedo tropical en el oriente de Bolivia.



---

**SECCION VI**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

---

- Coro, P. 1999. Impacto del aprovechamiento forestal en la comunidad de insectos voladores en un bosque seco, Lomerío, Santa-Cruz-Bolivia. Tesis de grado. Universidad de San Francisco Xavier, Sucre, Bolivia.
- Dickinson, M.B., D.F. Whigham y S.M. Herman. En prensa. Natural tree fall disturbance as a model for selection forestry in a Mexican semideciduous tropical forest. *Forest Ecology and Management*.
- Emmons, L.H. 1982. Ecology of *Proechimys* (Rodentia, Echimyidae) in southeastern Peru. *Tropical Ecology* 23:280-290.
- Fimbel, R.A., A. Grajal y J.G. Robinson (Eds.). In press. *Conserving Wildlife in Managed Tropical Forests*. Columbia University Press, New York, USA.
- Fredericksen, N. J., T.S. Fredericksen, B. Flores y D. Rumiz. 1999. Wildlife use of different-sized logging gaps in a tropical dry forest. *Tropical Ecology* 40:1-9.
- Frumhoff, P.C. 1995. Conserving wildlife in tropical forests managed for timber. *Bioscience* 45:456-464.
- Gullison, R.E., S. N. Panfil, J.J. Strouge y S.P. Hubbell. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Chimanes forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122:9-34.
- Holdsworth, A. R. y C. Uhl. 1997. Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. *Ecological Applications* 7:713-725.
- Johns, A.D. 1988. Effects of selective timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. *Biotropica* 20:31-37.
- Johns, A.G. 1997. *Timber Production and Biodiversity Conservation in Tropical Rain Forests*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 225p.
- Laurance, W.F. y R.O. Bierregaard Jr. (Eds.). 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago, USA, 616p.

- Lawton, J.H., D.E. Bignell, B. Bolton, G.F. Bloemers, P. Eggleston, P.M. Hammond, M. Hodda, R.D. Holt, T.B. Larsen, N.A. Mawdsley, N.E. Stork, D.S. Srivastava y A.D.Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa, and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391:72-76.
- Levins, S. 1983. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs* 53:435-455.
- Mostacedo, B., T.S. Fredericksen y M. Toledo. 1998. Respuestas de las plantas a la intensidad de aprovechamiento en un bosque semi-deciduo pluviestacional de la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. *Revista Boliviana de Botánica* 2:75-88.
- Mostacedo, B., T.S. Fredericksen, K. Gould y M. Toledo. 1999. Comparación de la respuesta de las comunidades vegetales a los incendios forestales en los bosques tropicales secos y húmedos de Bolivia. Documento Técnico #83, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.
- Rood, J.P., y F.H. Test. 1968. Ecology of a spiny rat, *Heteromys anomalus*, at Rancho Grande, Venezuela. *American Midland Naturalist* 79:89-102.
- Roth, D.S., I. Perfecto y B. Rathcke. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 4:423-436.
- Sanford, R.L. Jr., J. Saldarriaga, K.E. Clark y R. Herrera. 1985. Amazon rain forestfires. *Science* 227:53-55.
- Schemske, D.W. y N. Brokaw. 1981. Treefalls and the distribution of understory birds in a tropical forest. *Ecology* 62:938-945.
- Schupp, E.W. 1988. Factors affecting post-dispersal seed survival in a tropical forest. *Oecologia* 76:525-530.
- Uhl, C. y I.C.G. Vieira. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian amazon: a case study from the Paragominas region in the state of Para. *Biotropica* 21: 98-106.
- Uhl, C. y J.B. Kauffman. 1990. Deforestation, fire susceptibility, and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. *Ecology* 71:436-449.

Vitt, L.J., T. C. Avila-Pires, J.P. Caldwell y V.R. Oliveira. 1998. The impact of individual tree harvesting on thermal environments of lizards in Amazonian rain forest. *Conservation Biology* 12:654-664.

Whelan R.J. 1995. *The Ecology of Fire*. Cambridge University Press. Cambridge, UK, 346 p.

**Anexo 1**  
**Respuesta de los Pequeños Mamíferos Terrestres a las Quemadas Controladas y el Desbroce Mecánico en la Propiedad Amazonic**

**Nell J. Fredericksen**

Los cambios, debidos al desbroce mecánico o las quemadas controladas, en la estructura y composición de la vegetación en claros de corta puede afectar a la fauna mediante la alteración del hábitat. Varios estudios han demostrado que muchos pequeños mamíferos utilizan los claros de corta (Rood y Test 1968, Emmons 1982, Schupp 1998, Fredericksen et al. en prensa, Fredericksen y Fredericksen en prep.), posiblemente debido al aumento de la complejidad estructural por los residuos leñosos dejados por el aprovechamiento y/o el aumento de recursos alimenticios, normalmente no disponibles en bosques inalterados. Sin embargo, hasta la fecha se han efectuado pocos estudios del uso, por la fauna, de claros sujetos a tratamientos silviculturales, ya que la aplicación de éstos es relativamente reciente en los bosques tropicales. El desbroce de claros de corta, mediante corta o quema, posteriormente al aprovechamiento, puede causar la pérdida de complejidad estructural de la vegetación y afectar, de manera negativa, a las comunidades de mamíferos debido a la pérdida de cobertura. No obstante, los pastos y las plantas herbáceas que colonizan las áreas alteradas pueden aumentar la abundancia de alimento para los pequeños mamíferos.

Se estudió la respuesta de los pequeños mamíferos terrestres a las quemadas controladas y el desbroce mecánico en la propiedad Amazonic. Esta pertenece a la empresa Amazonic Sustainable Enterprises, está ubicada 56 km al nordeste de Concepción y comprende un bosque tropical estacionalmente seco (de transición a húmedo). La media anual de temperatura en la región es de alrededor de 24.3°C y la media anual de precipitación alcanza los 1.100 mm. La mayor parte de la propiedad Amazonic corresponde a bosque de terrenos altos, con un estrato del dosel mayormente deciduo durante la época seca, que se prolonga por seis meses del año. Los sectores de terrenos elevados del sitio están dominados por varias especies arbóreas, entre las cuales las más numerosas son *Anadenanthera colubrina* y *Acosmium cardenasii*. Los tratamientos silviculturales aplicados en el lugar incluyen el aprovechamiento selectivo de árboles individuales, mediante técnicas planificadas y no planificadas de extracción, en bloques de 100 ha de superficie, como parte de un estudio realizado por BOLFOR en cooperación con CIFOR (Center for International Forest Research). Asimismo, en 1998 se aplicaron tratamientos de desbroce mecánico y quema controlada en un bloque de 1 ha, para comprobar su eficacia y factibilidad para el aumento de la regeneración de especies forestales comerciales.

## Metodología y diseño del estudio

En junio de 1998, se ubicaron 40 claros recientemente aprovechados y se asignó a éstos, al azar, uno de cuatro tratamientos: sin tratamiento (testigo), desbroce mecánico de la vegetación competidora, quema controlada sin desbroce mecánico y desbroce mecánico seguido por quema controlada. Las quemas se efectuaron en agosto y septiembre.

La captura de pequeños mamíferos se llevó a cabo durante un período parcial (mayo, instalación de trampas en 5 claros de cada uno de los 4 tratamientos, por 6 noches) y un período completo de muestreo (junio, muestreo de los 40 claros, por 6 noches) en 1999. En agosto, se intentó realizar otro período de captura, pero sólo se pudo trabajar tres días, en 20 de los claros.

En cada claro, se colocaron ocho trampas ASherman® (para la captura de animales vivos) en cuatro puntos, dos trampas por punto, aproximadamente a 5 m del centro y en cuatro direcciones. Las trampas se cebaron al atardecer con mezclas de atún/avena o mantequilla de maní/avena. Cada una de las trampas se cebó con uno de los dos tipos de cebo. Los animales atrapados fueron identificados en cuanto a su especie, clase de edad, sexo y estado reproductivo, además de marcarse con plaquetas para las orejas. También se registró el peso, además del largo del cuerpo, la cola, la oreja y la pata trasera de cada animal, con el fin de ayudar en la identificación de las especies.

## Resultados

Se capturaron 60 individuos, pertenecientes a cuatro especies durante el período de estudio. Las especies más comunes fueron *Oryzomys megacephalus* y *Proechimys longicaudatus*, habiéndose encontrado ambas en todos los tratamientos. La especie *Monodelphis domestica* también se encontró en todos los tratamientos, pero en menor número. *Akodon* sp. se encontró sólo en los claros de control y aquéllos que solamente fueron quemados. En general, se halló un mayor número de individuos en los claros desbrozados mecánicamente, seguidos por los claros testigo, habiéndose registrado las capturas más bajas en los dos tratamientos con quemas (Cuadro 1). La tendencia se mantuvo inalterada al incluirse las recapturas. Dicha tendencia se observa, también, al analizarse, por separado, las tres especies más abundantes.

## Discusión

Si bien las tasas de captura fueron bajas y el estudio fue interrumpido, se pueden colegir algunas observaciones: al parecer las especies encontradas utilizan los claros que han estado sujetos a quemas, pero no en el mismo grado que los otros claros. El fuego, especialmente de gran intensidad, puede reducir, drásticamente, la cantidad de residuos leñosos en los claros. Se ha sugerido que el alto nivel de residuos leñosos constituye uno

de los aspectos de los claros aprovechados que atrae a la fauna (Rood y Test 1968, Emmons 1982, Schupp 1988, Fredericksen et al. en prensa, Fredericksen y Fredericksen, en prep.) y que podría explicar el aumento de dichos grupos en estos hábitats. Sin embargo, si los residuos son consumidos por el fuego, muchas especies podrían abstenerse de usar los claros. Asimismo, los claros aprovechados pueden ofrecer una variedad de fuentes alimenticias, debido a la presencia de plantas colonizadoras que típicamente se establecen en éstos (véase Mostacedo et al. 1998) y que no se encuentran en el bosque circundante. La quema de los claros podría tener impacto sobre las especies que los colonizan (por ejemplo: daños al banco de semillas y alteración de las propiedades del suelo), haciendo así que estas áreas sean menos atractivas para la fauna.

Al aumentar la presión en los bosques bolivianos e incrementarse el conocimiento sobre el manejo sostenible de dichas áreas, es importante entender la forma en que los tratamientos silviculturales impactarán la biodiversidad. Cualquier tipo de intervención antrópica en el bosque causa cierto nivel de alteración y, por lo tanto, tiene sus impactos en el hábitat de la fauna. Esto, a su vez, puede tener varios efectos, en cascada, sobre individuos, poblaciones y comunidades, por lo que deberá considerarse la posibilidad de realizar mayores estudios en este área.

## **Bibliografía**

- Emmons, L.H. 1982. Ecology of *Proechimys* (Rodentia, Echimyidae) in southeastern Peru. *Tropical Ecology* **23**:280-290.
- Fredericksen, N.J., T.S. Fredericksen, B. Flores y D. Rumiz. En prensa. Wildlife use of different-sized logging gaps in a Bolivian tropical dry forest. *Tropical Ecology*.
- Fredericksen, N.J. y T.S. Fredericksen. En preparación. Effects of selective logging and fire disturbance on terrestrial wildlife in a Bolivian humid forest.
- Mostacedo, B., T.S. Fredericksen y M. Toledo. 1998. Respuestas de las plantas a la intensidad de aprovechamiento en un bosque semi-deciduo pluviestacional de la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. *Boletín de la Sociedad Botánica Boliviana* **2(1)**: 75-88.
- Rood, J.P. y F.H. Test. 1968. Ecology of a spiny rat, *Heteromys anomalus*, at RanchoGrande, Venezuela. *American Midland Naturalist* **79**:89-102.
- Schupp, E.W. 1988. Factors affecting post-dispersal seed survival in a tropical forest. *Oecologia* **76**:525-530.

**Cuadro 1.** Captura de pequeños mamíferos en claros de corta sujetos a tratamientos silviculturales (desbroce mecánico, quema, desbroce y quema), comparados con testigos (claros no alterados después del aprovechamiento).

Especie	Testigo	Desbrozado	Quemado	Desbrozado y quemado
Total de individuos capturados	16	19	13	13
Total incluyendo recapturas	32	34	26	20
<i>Oryzomys megacephalus</i>	6	8	5	5
<i>Proechimys longicaudatus</i>	6	8	6	4
<i>Monodelphis domestica</i>	3	3	1	4
<i>Akodon</i> sp.	1	0	1	0